

# プレボーリング工法によるH形鋼杭の打設と鉛直載荷試験

J R 東日本 正会員 ○小松 徹 渡邊 康夫  
 鉄建建設(株) 大村 博昭 本島 浩孝

## 1. はじめに

仮橋脚・仮橋台等の支持杭は、H形鋼杭を打撃あるいは振動工法で打ち込むのが一般的であるが、鉄道近接工事では、夜間短時間施工あるいは狭隘箇所での施工となるため、大型のバイプロハンマーを搬入できない場合が多い。また、現場周辺の騒音・振動の観点から、打込み能力の大きな機械の使用を制限されるため、堅固な地盤の場合には打込みができなくなることも考えられる。そのような場合には、プレボーリング工法を併用したH形鋼杭が有効であるが、周面支持力を期待できないため、現状では支持杭として用いられていない。

そこで、プレボーリング工法を併用したH形鋼杭について夜間短時間での施工性を検証するとともに、試験杭を用いた鉛直載荷試験により周面支持力の特性を確認した。

## 2. 試験内容

### (1) H形鋼杭の施工

H形鋼杭の施工は、砂質土層を主体とした地盤での打設(CASE1)と粘性土層を主体とした地盤での打設(CASE2)の2ケースについて行った。CASE1の地盤は、表層1.2mが盛土、GL-1.2~2.6mがN値4程度の粘性土層、GL-2.6~6.5mがN値15程度の細砂層、GL-6.5~8.2mがN値4程度の粘性土層から構成されており、GL-8.2m以深はN値20~30の細砂層である。一方、CASE2の地盤については、GL-7.5mまではN値1~2の粘性土層となっており、GL-7.5~15mがN値9~31の粘土質細砂層で構成されている。なお、両ケースとも杭体にはH350×350×12×15(L=10m)のH鋼を使用した。図1に施工順序図を示す。プレボーリング

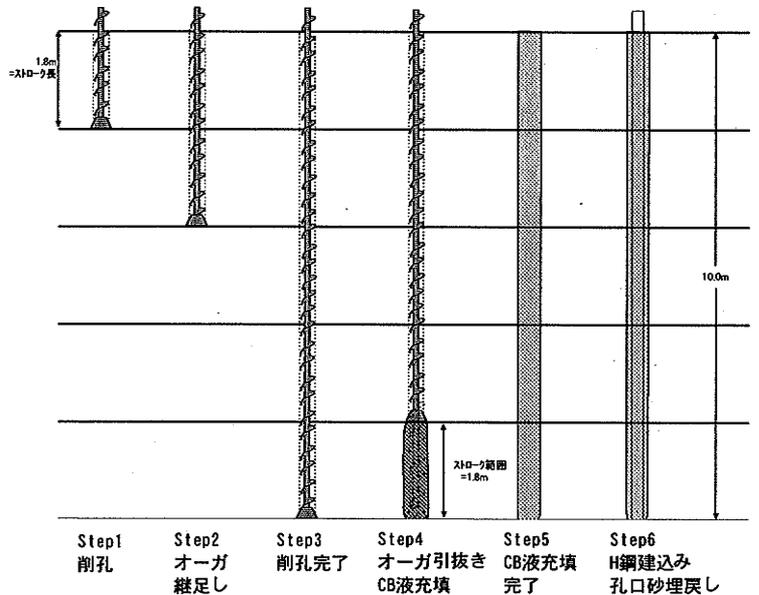


図1 施工順序図

はH鋼の断面全体を包括するようにオーガ径φ520で削孔を行い、オーガを引き上げる際(図中「Step4」)には、周面抵抗力の向上を目的として、可能な限りの排土を行いながらCB(セメントベントナイト)液を充填することとした。なお、CB液の充填は、地表への噴出が確認された段階で終了することとした。

### (2) 鉛直載荷試験

鉛直載荷試験は、打設したプレボーリング工法併用のH鋼杭の支持力特性を確認するため、「地盤工学会基準 杭の押し込み試験方法(JGS1811)」に準拠して実施した。本試験における計画最大荷重は、表1に示すように「鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物(以下「設計標準」)に記載されている、場所打ち杭の鉛直支持力算定式を基に設定し、荷重段階を5サイクル10段階として載荷を行った。載荷中は、H形鋼のウェブに取り付けたひずみゲージにより杭体のひずみ量を測定し、ひずみ型変位計により、杭頭と杭先端の沈下量を測定した。なお、杭先端の沈下量は、H形鋼に沿うように取り付けられたガス管

表1 荷重集計表(単位:kN)

	周面支持力 (Rf)	先端支持力 (Rp)	想定極限支持力 (Rvd) Rf+Rp	計画最大荷重 (P) Rvd*1.5
CASE1	902.3	257.3	1159.6	1800.0
CASE2	420.0	102.9	522.9	800.0

キーワード プレボーリング, H形鋼杭, 周面支持力

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2-2 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事部 TEL 03-5334-1288

に、PC鋼棒を杭頭より突き出るように挿入し、杭頭部で計測することとした。また、試験結果は、鉄道構造物標準・解説における「場所打ち杭」「中掘り先端根固め杭（以下「中掘り杭）」の鉛直支持力との比較により評価することとした。

3. 鉛直載荷試験結果

(1) 鉛直支持力度

図2は、杭頭荷重  $P_0$  と杭頭変位  $S_0$  との関係を示したものである。最初の折れ点となる第1限界抵抗力は明瞭であり、それぞれCase1が360kN、Case2が380kNとなる。その後、杭頭荷重は最終の押し込み量に至るまで漸増し、ピーク荷重は得られなかった。そのため、杭の支持力特性を評価する第2限界抵抗力については、杭径の10%の沈下量に相当する杭頭荷重を採用することになるが、H鋼杭の場合は杭径の考え方が明確化されていないので、沈下挙動から第2限界抵抗力を判断することとした。図3は、杭頭荷重  $P_0$  と時間あたりの杭先端変位率  $\Delta S_0 / \Delta \log t$  (クリープ変位) の関係を示したものである。これより、杭先端変位は、第1限界抵抗力を過ぎた後にもクリープ変形が急速に進行する箇所(○印)があり、これを第2限界抵抗力と判断するとCase1が540kN、Case2が640kNとなる。また、それぞれの載荷段階における沈下量から、支持力特性を評価できる断面を算出したところ、H形鋼の幅(B)と高さ(H)を辺とした矩形断面とした場合が最適であった。

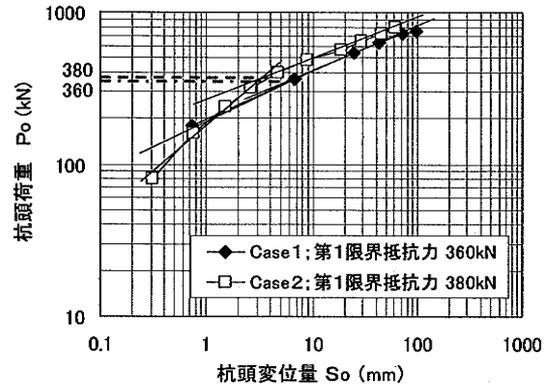


図2 杭頭荷重  $P_0$  と杭頭変位  $S_0$  の関係

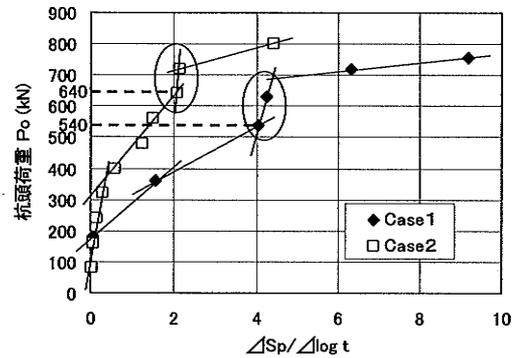


図3 杭頭荷重  $P_0$  と  $\Delta S_0 / \Delta \log t$  の関係

(2) 周面抵抗力度

図4は、第2限界抵抗力時点における周面抵抗力度の分布と設計標準による「場所打ち杭」および「中掘り杭」の設計値を併記したものである。これより、CASE1では地盤特性に応じた周面抵抗力を発揮できず、部分的には「中掘り杭」をも下回る結果となり、鉛直支持力度の大きな低減をもたらしている。一方、CASE2は「中掘り杭」を包括し、「場所打ち杭」に相当する周面抵抗力が発揮されており、双方の結果には大きな差異がある。これは、CASE1のような砂質土層で地下水位の高い地盤条件に、安定液を用いないプレボーリング工法では、オーガの削孔・引抜き作業の間に孔壁安定の保持と十分な排土が行えず、H型鋼杭の周囲に密にCB液を充填できなかったことが主な要因と思われる。

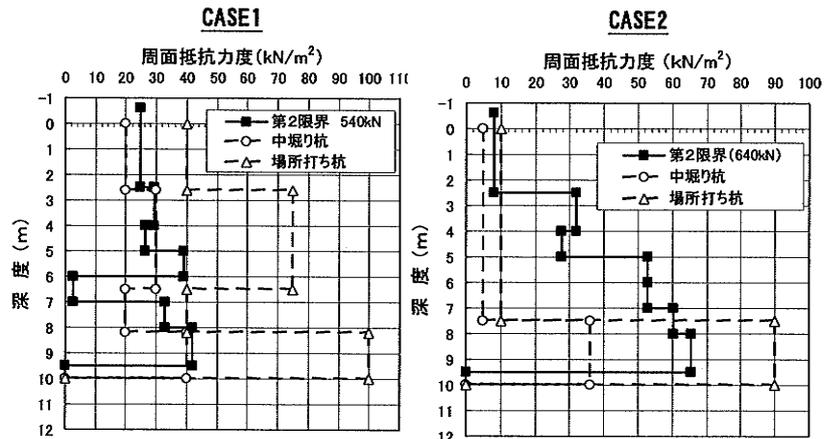


図4 周面抵抗力度の実測値と設計値の比較

4. まとめ

- 1) 鉛直載荷試験の結果から、プレボーリング工法によるH鋼杭の周面支持力度は、削孔時の排土と高品質のCB充填を確実に施工できれば「中掘り杭」として評価できる。
- 2) プレボーリング工法のみではH鋼杭の沈下量が大きくなるため、NB工法<sup>1)</sup> <sup>2)</sup>等を用いて先端改良を併用することにより、打込みの不可能な場所においても支持杭としての適用が可能になるとと思われる。

【参考文献】1) 佐藤, 古山: H形鋼杭先端強化における改良体強度と鉛直支持に関する研究: 99年土木学会年次学術講演会講演概要集第3部(A)

2) 佐藤, 渡邊, 伊藤: 水圧射撃併用H形鋼杭の打設および引抜き試験: 01年土木学会年次学術講演会講演概要集第3部(A)